Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Über den Einfluß einiger Alkali- und Erdalkali-Chloride und -Sulfate auf den Eiweißabbau.

⚙

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER
ZAHNÄRZTLICHEN DOKTORWÜRDE
EINER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
WESTFÄLISCHEN WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU
MÜNSTER (WESTF.)

vorgelegt von

Wilhelm Schmidt, Zahnarzt
aus Halle i. Westfalen.

1936

Gedruckt in der Dissertationsdruckerei von Robert Kleinert, Quakenbrück.

Dekan: Prof. Dr. med. K. W. Jötten.
Referent: Priv.-Doz. Dr. med. et phil. W. Haarmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547221_0227

Ueber die Einwirkung der Alkalien und Erdalkalien auf die Eiweißverdauung ist schon oft berichtet worden. Hierbei sind einmal die Wirkungen der Kationen bzw. Anionen beteiligt, dann aber auch die Veränderungen, die durch die Salze besonders in höheren Konzentrationen an den Kolloiden und den kolloidalen Verdauungsfermenten gesetzt werden. Eiweiß-Stoffe werden durch Salze entweder zur Quellung gebracht oder aber zur Entquellung. Geht die Entquellung sehr weit, dann koaguliert das Eiweiß, es tritt eine Eiweißfällung ein. Die grundlegenden Arbeiten über Quellung und Entquellung gehen auf Franz Hofmeister zurück. Einige Salze wirken wasseranziehend, also entquellend, und andere verstärken die Flüssigkeitsaufnahme, wirken also quellend. An diesen Vorgängen ist sowohl das Kation als auch das Anion beteiligt. Bei der Zusammenfassung seiner Versuchsergebnisse ergeben sich zwangsläufig die nach ihm benannten Reihen:

A. Quellend wirken die Kationen: $Li > Na$;
„ „ „ Anionen: Rhodanid > Jodid > Bromid > Chlorid > Bicarbonat.

B. Entquellend wirken die Kationen: $K < NH_4 < Mg < Ca$;
„ „ „ Anionen: Phosphat < Acetat. < Tartrat < Sulfat.

Alle Anionen-Kationen-Kombinationen, die sich aus A ergeben, wirken quellend, während die von B entquellend wirken.

Das Lithiumrhodanid wäre also die stärkste quellende Verbindung, während das Kalziumsulfat das stärkste entquellende Salz wäre. Aus Kombinationen von A und B ergeben sich dann alle weiteren Möglichkeiten. Es handelt sich hier um Substanzen, die ausnahmslos im tierischen Organismus vorkommen und den normalen Quellenzustand des Protoplasmas gewährleisten, ohne den eine geregelte Stoffwechseltätigkeit unmöglich ist.

In der vorliegenden Arbeit soll die Einwirkung einer Reihe von Alkali- und Erdalkalichloriden und -Sulfaten in gleichen isosmotischen Lösungen auf den Abbau von Pepton und Eiweiß-Stoffen durch Pepsin-Salzsäure und Pankreatin untersucht werden, und zwar bei einem

Säuregrad, der für die beiden Fermente einmal optimal ist, dann aber auch unter ungünstigen Bedingungen. Zu diesem Zweck wurden Säuregrade verwendet, die einmal nach der sauren und nach der basischen Seite vom Optimum gelegen sind. Es war der Zweck der Arbeit, darüber Auskunft zu erhalten, ob durch Salzzusatz die Fermenttätigkeit bei nicht optimalem Säuregrad verbessert bzw. noch verschlechtert wird. Säuren und Laugen wirken stark quellend auf Kolloide ein, sodaß schließlich für die kolloidalen Fermente jede Wirksamkeit erlischt. Werden die durch Säuren oder Laugen stark zur Quellung gebrachten und damit in ihrer Wirksamkeit geschwächten Fermente durch Salzzusatz auf einen normalen Quellungszustand zurückgeführt, so müßte verlangt werden, daß jetzt eine starke Fermenttätigkeit einsetzt.

Bei der Untersuchung des Eiweißabbaues ergibt sich eine Schwierigkeit. Durch den Zusatz von konzentrierten Salzlösungen werden die Stoffe koaguliert, d. h. vom Solzustand in den Gelzustand übergeführt. Die Folge ist eine Verkleinerung der Oberfläche. Damit bestehen für das eiweißabbauende Ferment geringere Angriffsmöglichkeiten. Die Deutung der Versuchsergebnisse wird dadurch erschwert, ja sogar unmöglich gemacht.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn statt der genuinen Eiweißstoffe unvollständige Eiweißabbau-Produkte, z. B. Pepton, verwendet werden. Das Pepton wird durch die Salze in den verwendeten Konzentrationen nicht niedergeschlagen. Die Wirkung der Salze auf die Eiweißabbau-Produkte kann jetzt rein in Erscheinung treten. Je stärker ein Salz entquellend wirkt, umso größer wird bei nichtoptimalen Säuregraden die Wirkung auf das Ferment sein. Daß diese Ueberlegungen zu Recht bestehen, geht aus den Arbeiten von Haarmann und Folsche und einer Arbeit von Schäfer hervor. Sie fanden, daß der Stärkeabbau durch tierische Diastasen, der sehr Alkali-empfindlich ist, auch bei stark alkalischer Reaktion vonstatten geht, wenn das Ferment durch entquellende Salze, z. B. $Na_2 SO_4$, vor dem Zerfall geschützt wird. Da das Sulfat-Ion eine stärker entquellende Wirkung aufweist, so ist zu erwarten, daß die Fermenttätigkeit bei den Sulfaten größer ist als bei den Chloriden.

Ueber die Einwirkung von Salzen auf die Eiweiß-Verdauung liegen im Schrifttum eine große Reihe von Untersuchungen vor. Nach Weiß wird die Verdauung des Kaseïns durch Trypsin durch Salze in Konzentrationen von 0,05—50 % gehemmt. Am stärksten hemmen die Sulfate. $Na_2 HPO_4$ soll fördern. Die Bestimmungsmethode war die nach Kjeldahl. Kudo bestätigte gleichfalls an der Kaseïnspaltung durch Pankreatin die Ergebnisse von Weiß. An der Wirkung sind sowohl das Anion wie das Kation beteiligt. Levites, der die Verdauung von Blutfibrin und Hühnereiweiß durch Magensaft untersuchte,

stellte in einem Konzentrationsbereich von $^1/_8$ bis 1 n eine mit der Konzentration zunehmende Hemmung des Eiweißabbaues durch die Chloride von K Na Ca Sr und durch K_2 SO_4 fest. Methode nach Kjeldahl. Für den hemmenden Einfluß macht Levites hauptsächlich das Anion verantwortlich, und zwar hemmen nach ihm die Salze von schwachen Säuren mehr als die von starken. Diese Feststellung ergibt sich zwangsläufig aus der Tatsache, daß durch die Salze von schwachen Säuren der optimale Säuregrad nicht bestehen bleibt. Aus Na-acetat entsteht in der salzsauren Lösung Kochsalz plus Essigsäure. Die gegenüber der Salzsäure erheblich schwächer dissoziierte Essigsäure wird den Eiweißabbau hemmen müssen, weil die optimalen Bedingungen nicht mehr vorhanden sind. Keeser prüfte die tryptische Spaltung der Gelatine bei Anwesenheit von Mg Cl_2 + Ca Cl_2 in 0,83—0,00083 mol. Konzentrationen. Beide Salze heben nach ihm in 0,083 mol. Lösung die Gelatinespaltung vollkommen auf. Diese Feststellung Keesers widerspricht den Befunden von Schulz und Krebs aus dem hiesigen Institut. Kalziumchlorid beschleunigt mit ansteigender Konzentration sowohl den tryptischen wie auch den peptischen Eiweißabbau, während die Chloride der übrigen Erdalkalien den Eiweißabbau selbst in vierfach hypertoner Lösung wohl einschränken, aber nicht aufheben. Abderhalden und seine Mitarbeiter untersuchten die Dipeptidspaltung durch die Fermente des Hefepreßsaftes und fanden, daß Kalziumchlorid stark fördert und Magnesium-Chlorid- und -Sulfat hemmt.

Die Spaltung des Peptons und der beiden anderen Eiweiß-Stoffe wurde auf die am hiesigen Institut übliche Methode bestimmt. Die Versuchsanordnung ist eingehend bei Wäsche beschrieben. Das Verfahren beruht darauf, daß das nicht verdaute Eiweiß durch Kupfersulfat-Lösung + Magnesia-Milch, wobei Kupferhydroxyd entsteht, niedergeschlagen, und das in Lösung gegangene komplexgebundene Kupfer (Biuretreaktion) jodometrisch bestimmt wird. Untersucht wurde die Wirkung folgender Salze: Na Cl, K Cl, Mg Cl, Ca Cl_2, Na_2 SO_4, K_2 SO_4 und Mg SO_4, und zwar in den Konzentrationen ¼-, ½-, 1-, 2- und 4fach isiton. Als Puffer dienten: Acetatpuffer pH = 4,7, n/75 und Borax pH = 11,0. Der optimale Puffer hatte ein pH von 8,2.

Die Versuchsdauer betrug 6 Stunden.

Versuchsserie I
(Peptonspaltung durch Pankreatin).

In der ersten Versuchsreihe wurde die Peptonspaltung durch Pankreatin untersucht. Die Reihe besteht aus drei Versuchen, die sich durch die verschiedene Pufferung unterscheiden. Vergleichen wir zunächst einmal die Ergebnisse innerhalb jeder einzelnen Versuchsreihe,

so finden wir bei saurer Reaktion eine starke Förderung durch Na Cl und Mg Cl_2, die mit steigender Salzkonzentration abnimmt, aber noch nicht in eine Hemmung übergeht. Das Kaliumchlorid zeigt dasselbe Bild, allerdings in wesentlich engeren Grenzen. Kalziumchlorid verhält sich genau umgekehrt. Von einem Anfangswert, der ungefähr dem der beiden erstgenannten Chloride entspricht, steigen die Werte mit wachsender Konzentration um ein Beträchtliches: Die Differenz zwischen Anfangs- und Endwert macht 200 % aus. Dies ist eine Tatsache, die bereits in der oben genannten Arbeit von Abderhalden und seinen Mitarbeitern zum Ausdruck kommt und von Krebs am hiesigen Institut erneut bestätigt wurde. Eine genaue Erklärung hierfür dürfte bisher kaum möglich sein. Vielleicht übertrifft die entquellende Wirkung des Kations die quellende des Anions derart, daß dieses Bild zustande kommt. Dem Ca Cl_2 ähnlich verhalten sich — wie die Hofmeisterschen Reihen vermuten lassen — die Sulfate. Ihr schützender Einfluß steigt ebenfalls mit der Konzentration, jedenfalls ist die obere Grenze, wo die Förderung in eine Hemmung umschlägt, in 4fach isotoner Lösung noch nicht erreicht. Da hier aber bereits das Maximum an Wasserlöslichkeit für alle drei Salze vorliegt, kann von einer Hemmung niemals die Rede sein. Wie zu erwarten ist, fördert das Magnesiumsulfat die Tätigkeit des Fermentes am meisten. Die Differenz zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert beträgt hier 327 %. Dabei ist auffällig, daß noch bei 0,5facher isotoner Lösung nur sehr wenig mehr abgebaut wurde, als im Kontrollversuch. Seine Hauptwirkung entfaltet das Salz erst in hohen Konzentrationen. Die Reihe der Werte bei Natriumsulfat läuft genau so, wie die bei Mg SO_4; sie bewegt sich nur zwischen niedrigeren Zahlen, was darauf hindeutet, daß die Salzwirkung immerhin eine geringere ist. Die beiden relativ hohen Anfangswerte ergeben sich daraus, daß das Na-Ion in geringen Konzentrationen fördert und so eine Schutzwirkung mit der des SO_4-Ions verbindet. Die letzten drei Werte von K_2 SO_4 zeigen, daß sie sich sehr gut an die der beiden anderen Sulfate angliedern, wenn sie auch im Ganzen niedriger liegen. Aus dieser Versuchsreihe geht deutlich der grundlegende Unterschied zwischen den Sulfaten und den Chloriden hervor. Während erstere mit steigenden Konzentrationen die Leistung des Fermentes erhöhen, ist es bei den Chloriden — das Kalziumchlorid aus dem oben genannten Grunde natürlich ausgeschlossen — gerade umgekehrt. Eine Tatsache, die sehr gut in die Versuchsergebnisse Franz Hofmeisters hinein paßt: Bei den Sulfaten wirken Kation und Anion synergisch fördernd, während bei den Chloriden beide Teile gegeneinander arbeiten und der Enderfolg vom steigenden Einfluß des einen oder anderen Teiles abhängig ist. Daß es in den ersten drei Fällen das Chlor-Ion ist, steht außer Zweifel, doch ist es bei Ca Cl_2

Versuchsserie I

(Peptonspaltung durch Pankreatin).

Konzentrationen u. Salzlösungen		ccm n/100 J			% vom Kontrollversuch		
		pH 4,7	pH 8,2	pH 11,—	pH 4,7	pH 8,2	pH 11,—
direkt		6,3	5,8	5,7	—	—	—
Kontrolle		7,4	12,4	12,2	100	100	100
Na Cl	0,25 is.	9,0	12,1	12,1	246	95	109
	0,50 „	8,5	12,1	11,9	200	95	105
	1,00 „	8,0	12,2	12,1	155	97	109
	2,00 „	8,0	12,2	12,2	155	97	100
	4,00 „	4,7	12,2	11,4	127	97	97
K Cl	0,25 is.	7,6	13,9	13,0	118	126	125
	0,50 „	7,5	13,3	12,1	109	116	109
	1,00 „	7,8	12,8	11,9	137	107	105
	2,00 „	7,7	12,6	12,0	127	103	98
	4,00 „	7,5	12,3	11,5	109	98	107
$Mg\ Cl_2$	0,25 is.	8,8	13,2	12,5	227	112	116
	0,50 „	8,8	12,6	12,4	227	103	114
	1,00 „	8,5	12,6	12,2	200	103	111
	2,00 „	8,1	13,4	11,8	163	117	104
	4,00 „	7,9	13,5	11,9	146	119	105
$Ca\ Cl_2$	0,25 is.	8,8	11,5	13,0	227	85	125
	0,50 „	9,2	12,6	13,1	264	103	126
	1,00 „	9,9	12,7	13,7	327	105	137
	2,00 „	10,9	12,9	13,9	336	109	140
	4,00 „	11,0	13,7	14,0	427	122	142
$Na_2\ SO_4$	0,25 is.	8,0	13,7	13,5	155	122	133
	0,50 „	8,0	14,2	13,0	155	131	125
	1,00 „	8,1	14,2	13,2	164	131	128
	2,00 „	8,1	14,1	13,5	164	129	133
	4,00 „	8,7	14,2	13,9	218	131	140
$K_2\ SO_4$	0,25 is.	—	12,2	13,2	—	97	128
	0,50 „	7,3	12,4	12,4	91	100	114
	1,00 „	7,6	12,7	12,9	118	105	123
	2,00 „	7,9	13,8	13,1	146	124	126
	4,00 „	8,3	13,9	14,0	182	126	142
$Mg\ SO_4$	0,25 is.	7,4	13,6	14,3	100	121	147
	0,50 „	7,5	14,1	14,5	109	129	151
	1,00 „	8,2	14,1	14,8	173	129	156
	2,00 „	9,0	14,2	15,5	246	131	168
	4,00 „	11,1	16,8	16,0	436	176	177

nicht imstande, die Kalziumwirkung zu unterdrücken; so daß das Gegenteil davon deutlich zutage tritt. Ueberraschend ist die starke Förderung des Kochsalzes hauptsächlich in den schwachen Konzentrationen. Diese Feststellung können wir aber nicht nur — wie wir noch sehen werden — in diesem stark sauren Milieu machen, und zwar nicht nur bei der Pankreatin-, sondern auch bei der Pepsinverdauung.

Wie der Versuch mit optimalem Puffer zeigt, verhält sich das Kochsalz unter diesen Verhältnissen ganz anders. Hier haben wir bei allen Werten eine deutliche Hemmung. Das Kaliumchlorid zeigt bis zur doppelten Isotonie eine langsam fallende Förderung, die dann in vierfach isotoner Lösung einer Hemmung Platz macht. Eine leichte entquellende Wirkung läßt sich bei $Mg\ Cl_2$ feststellen. Die Werte bewegen sich hier zwischen 112 und 119 %, so daß man sagen kann, daß die Konzentration des Salzes keine nennenswerte Rolle spielt. An dem Verhalten von $Ca\ Cl_2$ kann man in diesem Versuch sehr gut die Wechselwirkung der beiden Ionen ablesen. In ¼ isotoner Lösung liegt noch eine ausgesprochene Hemmung vor, für die wohl das Vorwiegen des Cl-Ions verantwortlich zu machen ist. Bei den folgenden Konzentrationen macht sich dann in steigendem Maße der Einfluß des Kations geltend, sodaß eine deutliche Förderung des fermentativen Prozesses zum Ausdruck kommt. Die Reihe der Sulfate zeigt gegenüber der des Versuches mit sehr saurem Puffer (pH 4,7) keine Besonderheiten. Nur bewegen sich, wie oben schon erwähnt, die Zahlen in bedeutend engeren Grenzen.

In dieser Beziehung schließt sich der letzte Versuch pH = 11,0 dem ersten vollkommen an. Anders verhält sich hier wiederum das Kochsalz. Wir finden in den Anfangswerten — wie im zweiten Versuch — eine leichte Förderung, die aber bereits in vierfach isotoner Lösung einer deutlichen Hemmung Platz macht.

Versuchsserie II

(Peptonspaltung durch salzsaures Pepsin).

In der zweiten Versuchsserie wurde die Salzwirkung bei der Peptonspaltung durch salzsaures Pepsin untersucht. Die Konzentration der Salzsäure betrug im ersten Versuch 0,05 n, im zweiten 0,5 n und im dritten 0,005 n. Demnach liegen im zweiten Versuch die optimalen Verhältnisse vor, da die Säurekonzentration dieselbe ist, wie wir sie im Magensaft vorfinden.

Unterziehen wir zunächst die Ergebnisse des zweiten Versuches einer näheren Betrachtung, so müssen wir feststellen, daß Na Cl und $Mg\ Cl_2$ sich ganz anders verhalten, wie bei dem entsprechenden Ver-

Versuchsserie II

(Peptonspaltung durch salzsaures Pepsin).

Konzentrationen u. Salzlösungen		ccm n/100 J			% vom Kontrollversuch		
		0,05 n H Cl	0,5 n H Cl	0,005 n H Cl	0,05 n H Cl	0,5 n H Cl	0,005 n H Cl
direkt		6,0	6,0	6,6	—	—	—
Kontrolle		9,0	7,0	8,0	100	100	100
Na Cl	0,25 is.	8,8	7,6	8,0	93	160	100
	0,50 „	8,8	7,4	8,0	93	140	100
	1,00 „	8,8	7,3	7,9	93	130	93
	2,00 „	8,7	7,4	7,8	90	140	86
	4,00 „	8,4	7,6	7,7	80	160	79
K Cl	0,25 is.	9,8	8,7	9,2	127	270	186
	0,50 „	9,8	8,7	9,0	127	270	171
	1,00 „	9,8	8,7	8,7	127	270	150
	2,00 „	9,8	8,5	8,7	127	250	150
	4,00 „	9,6	8,5	8,6	120	250	143
$Mg\ Cl_2$	0,25 is.	9,8	8,5	8,6	127	250	143
	0,50 „	9,8	8,4	9,1	127	240	179
	1,00 „	9,8	8,5	9,1	127	250	179
	2,00 „	9,7	8,7	9,4	123	270	200
	4,00 „	9,7	9,8	9,4	123	380	200
$Ca\ Cl_2$	0,25 is.	9,3	7,3	9,1	110	130	179
	0,50 „	9,6	7,8	9,2	120	180	186
	1,00 „	10,0	8,0	9,7	123	200	221
	2,00 „	10,7	8,2	10,1	157	220	250
	4,00 „	12,0	9,6	11,0	200	360	314
$Na_2\ SO_4$	0,25 is.	10,3	8,7	9,6	143	270	214
	0,50 „	10,4	8,9	9,7	147	290	221
	1,00 „	10,5	9,2	9,8	150	320	229
	2,00 „	11,2	9,5	10,5	173	350	271
	4,00 „	11,3	10,0	10,7	177	400	293
$K_2\ SO_4$	0,25 is.	10,1	9,4	9,0	137	340	171
	0,50 „	10,6	9,4	9,6	153	340	214
	1,00 „	10,8	9,5	10,1	160	350	250
	2,00 „	11,3	9,8	10,6	177	380	286
	4,00 „	11,6	10,0	10,8	187	400	300
$Mg\ SO_4$	0,25 is.	11,7	8,9	9,7	190	290	221
	0,50 „	11,6	9,9	9,8	187	390	229
	1,00 „	11,7	10,2	9,8	190	420	229
	2,00 „	12,6	10,6	10,5	220	460	271
	4,00 „	13,6	11,0	11,3	253	500	335

such der ersten Serie. Das Kochsalz wirkt zwar auch hier überall fördernd, jedoch fallen die Werte nicht mit steigender Konzentration, sondern das Wirkungsminimum liegt bei isotoner Lösung. Bei doppelter und vierfacher Isotonie wird die Tätigkeit des Fermentes wieder angeregt. Das Magnesiumchlorid schließt sich im Gegensatz zur vorigen Versuchsreihe — diesmal dem Kalziumchlorid und den Sulfaten an, indem die Schutzwirkung mit steigender Konzentration der Salzlösung ebenfalls erheblich (um 130 %) zunimmt. Die ersten drei Ergebnisse zeigen schon eine deutliche Förderung, aber untereinander wenig Unterschied, so daß man feststellen muß, daß die Menge des gelösten Salzes keine Rolle spielt. Den großen Sprung bewirken erst die beiden letzten Werte.

Die Ergebnisse des Versuches mit K Cl zeigen fallende Tendenz. Den Erwartungen gemäß verhalten sich alle Sulfate. Je stärker die Salzlösung, je stärker die Wirkung. Die Spanne zwischen dem Anfangs- und dem Endwert beträgt bei Mg SO_4 210 %. Damit bleibt es hinter dem von Ca Cl_2 um 20 % zurück Damit ist nun nicht gesagt, daß Kalziumchlorid das Ferment besser schützt als Magnesiumsulfat. Die Tabelle zeigt vielmehr das Gegenteil. Aber gerade aus dem Vergleich der oben angegebenen Prozentzahlen ist ersichtlich, daß bei steigenden Konzentrationen der Einfluß des Kations überwiegt, so daß das Anion nicht Schritt halten kann. Der Versuch unter optimalen Pufferverhältnissen zeigt dasselbe Verhalten in bezug auf Ca Cl_2 und die Sulfate. Die Förderung nimmt mit wachsender Konzentration zu. Na Cl hemmt deutlich. Anders verhält sich das Magnesiumchlorid. Während es im zweiten Versuch eine steigende Wertreihe aufwies, hat es im ersten eine solche, die sich etwa auf derselben Höhe hält. Der Konzentrationsunterschied spielt also kaum eine Rolle. Weitere Besonderheiten können wir nicht feststellen. Im letzten Versuch sehen wir, daß das Kochsalz sich genau so verhält wie im ersten. Dasselbe gilt für K Cl, wohingegen sich das Magnesiumchlorid den Ergebnissen des zweiten Versuchs angliedert. Die Ergebnisse dieser beiden Versuchsreihen zeigen wieder eindeutig, daß die Salzwirkung in stark saurem Milieu erheblich stärker ist, als in weniger saurem bezw. basischem. Am wenigsten wird der peptolytische Abbau unter optimalen Verhältnissen beeinflußt. Magnesiumchlorid hemmt die Peptonspaltung durch Pankreatin in steigenden Konzentrationen, fördert dagegen dieselbe durch salzsaures Pepsin um ein Beträchtliches und zwar in sehr starken und sehr schwachen Säuregraden, während die Stärke der Salzlösungen in 0.05n H Cl, also unter günstigsten Bedingungen, kaum eine Rolle spielt. Das Verhalten von Kalziumchlorid ist in allen Versuchen eine Bestätigung für die Annahme von A b d e r h a l d e n und seinen Mitarbeitern, sowie K r e b s, daß es mit steigender Salzkonzentration fördere.

Versuchsserien III und IV.

(Spaltung von Eiereiweiß durch Pepsinsalzsäure und von Gelatine durch Pankreatin.)

Hier wurde die Verdauung von Eiereiweiß durch salzsaures Pepsin und die von Gelatine durch Pankreatin untersucht. Daß diese Versuche unter ganz anderen Gesichtspunkten betrachtet werden müssen, geht bereits aus der Einleitung hervor. Wir haben es hier nicht nur mit der Quellung bzw. Entquellung zu tun, sondern im Vordergrund steht die Eiweißausfällung durch die Salze. Diese Fällung nimmt dem Ferment einen großen Teil seiner Angriffsfläche, so daß trotz der bestehenden Fähigkeit die Spaltung in nur weit geringerem Maße durchgeführt werden kann als im Kontrollversuch. Diese Tatsachen bestätigen diese letzten Versuche in sehr eindeutiger Weise. Da die Eiweißfällung mit steigender Salzkonzentration zunimmt, können wir überall entweder eine abfallende Förderung oder eine steigende Hemmung feststellen. Eine bemerkenswerte Ausnahme macht das Kalziumchlorid, da hier die Werte mit wachsender Konzentration ansteigen und sogar eine Förderung bis zu 150 % aufweisen. Der Satz: Je stärker entquellend — je stärker fällend, bewahrheitet sich bei allen Salzen, mit Ausnahme des Kalziumchlorids, da wir hier eine spezifische Kalzium-Wirkung annehmen müssen. Der Eiweißumsatz ist hier nicht umso geringer, je größer die Fällung ist, sondern sogar zum Teil höher, weil die schützende Wirkung des Salzes auf das Ferment stärker in Erscheinung tritt als die Fällung. Das gilt besonders für die Pankreatin-Versuche.

Vergleichen wir die Versuchsserien 3 und 4 miteinander, so müssen wir feststellen, daß bei der letzteren eine noch ausgesprochenere Hemmung vorliegt, als bei der ersteren. Der Grund dafür ist der, daß die zur Aktivierung des Pepsins notwendige Salzsäure auch noch eiweißfällend wirkt. Dadurch wird die Fällung, die mit steigender Säurekonzentration größeren Umfang annimmt, noch wesentlich verstärkt. So läßt sich die Tatsache erklären, daß bei allen drei Versuchen die Werte, die dem Kontrollversuch gleich kommen, sehr selten geworden sind. Die Eiweißverdauung wird bei optimalem Säuregehalt durch $MgSO_4$ in höchster Konzentration sogar bis auf 29 % heruntergedrückt, während in 0.005n H Cl bei $MgSO_4$ und K_2SO_4 die Spaltung gerade noch das Maß der Kontrollen erreicht.

Da die Eiweißfällung es nicht erlaubt, aus der Fermenttätigkeit irgendwelche Schlüsse zu ziehen, sind derartige Versuche auch nicht dazu angetan, zu Untersuchungen über die Salzwirkung auf Fermente zu dienen.

Versuchsserie III

(Gelatinespaltung durch Pankreatin).

Konzentrationen u. Salzlösungen		ccm n/100 J			% vom Kontrollversuch		
		pH 4,7	pH 8,2	pH 11,—	pH 4,7	pH 8,2	pH 11,—
Kontrolle		2,2	4,8	5,0	100	100	100
Na Cl	0,25 is.	2,1	4,6	5,2	96	96	104
	0,50 „	1,9	4,5	5,1	86	94	102
	1,00 „	1,9	4,4	5,0	86	92	100
	2,00 „	1,9	4,2	5,1	86	88	102
	4,00 „	1,9	4,0	5,1	86	83	102
K Cl	0,25 is.	2,9	5,0	5,6	132	104	112
	0,50 „	2,9	5,0	5,4	132	104	110
	1,00 „	2,7	4,8	4,9	123	100	98
	2,00 „	2,6	4,6	4,7	118	96	94
	4,00 „	2,5	4,2	4,5	114	88	90
$Mg\ Cl_2$	0,25 is.	2,8	5,1	5,4	127	106	108
	0,50 „	2,4	5,0	5,4	109	104	108
	1,00 „	2,3	4,9	5,2	105	102	104
	2,00 „	2,2	4,8	5,0	100	100	100
	4,00 „	2,0	4,7	4,8	90	98	96
$Ca\ Cl_2$	0,25 is.	2,4	4,9	5,8	109	102	116
	0,50 „	2,5	5,0	5,9	114	104	118
	1,00 „	2,6	5,3	5,9	118	111	118
	2,00 „	2,9	5,4	6,1	132	113	122
	4,00 „	3,1	5,6	6,4	141	117	125
$Na_2\ SO_4$	0,25 is.	3,0	5,2	5,4	141	108	108
	0,50 „	2,7	5,0	5,4	123	104	108
	1,00 „	2,6	4,9	5,4	118	102	108
	2,00 „	2,6	4,6	5,2	118	96	104
	4,00 „	3,0	4,7	4,9	136	98	98
$K_2\ SO_4$	0,25 is.	3,1	5,4	5,4	141	113	108
	0,50 „	2,9	5,1	5,3	132	106	106
	1,00 „	2,9	5,1	5,3	132	106	106
	2,00 „	2,7	5,0	5,3	123	104	106
	4,00 „	2,4	4,8	5,1	109	100	102
$Mg\ SO_4$	0,25 is.	3,1	5,4	5,9	141	113	118
	0,50 „	2,9	5,4	5,5	132	113	110
	1,00 „	2,8	5,3	5,5	127	111	110
	2,00 „	2,6	5,0	5,3	118	104	106
	4,00 „	3,0	4,4	5,4	136	92	108

Versuchsserie IV

(Eiereiweißspaltung durch salzsaures Pepsin).

Konzentrationen u. Salzlösungen		ccm n/100 J			% vom Kontrollversuch		
		0,05 n H Cl	0,5 n H Cl	0,005 n H Cl	0,05 n H Cl	0,5 n H Cl	0,005 n H Cl
Kontrolle		4,8	2,2	1,2	100	100	100
Na Cl	0,25 is.	4,7	2,2	1,2	98	100	100
	0,50 „	4,6	2,2	1,1	96	100	92
	1,00 „	4,4	2,1	1,05	92	96	88
	2,00 „	3,7	1,7	1,05	77	77	88
	4,00 „	2,5	1,5	1,0	52	68	83
K Cl	0,25 is.	5,4	2,1	1,3	113	96	108
	0,50 „	5,2	2,0	1,3	108	91	108
	1,00 „	5,0	2,0	1,3	104	91	108
	2,00 „	4,3	1,7	1,3	90	77	108
	4,00 „	3,0	1,6	1,2	63	75	100
$Mg\ Cl_2$	0,25 is.	5,2	2,3	1,5	108	106	125
	0,50 „	5,2	2,0	1,5	108	91	125
	1,00 „	4,8	1,8	1,5	100	82	125
	2,00 „	3,6	1,6	1,4	75	75	117
	4,00 „	2,5	1,5	1,3	52	68	108
$Ca\ Cl_2$	0,25 is.	5,1	2,1	1,7	106	96	142
	0,50 „	5,1	2,1	1,7	106	96	142
	1,00 „	5,1	2,0	2,0	106	91	167
	2,00 „	5,0	2,2	2,3	104	100	192
	4,00 „	5,4	3,3	3,0	113	150	250
$Na_2\ SO_4$	0,25 is.	4,5	2,1	1,1	94	96	92
	0,50 „	3,7	2,0	1,1	77	91	92
	1,00 „	3,0	2,0	1,1	63	91	92
	2,00 „	2,0	1,6	1,0	42	75	83
	4,00 „	1,5	1,0	0,9	31	46	75
$K_2\ SO_4$	0,25 is.	3,7	2,0	1,2	77	91	100
	0,50 „	3,2	2,0	1,2	67	91	100
	1,00 „	2,8	1,8	1,2	58	82	100
	2,00 „	2,0	1,4	1,2	42	64	100
	4,00 „	1,6	1,3	1,2	33	59	100
$Mg\ SO_4$	0,25 is.	4,0	2,2	1,2	83	100	100
	0,50 „	3,9	2,2	1,2	81	100	100
	1,00 „	3,0	1,6	1,2	63	75	100
	2,00 „	2,0	1,5	1,2	42	68	100
	4,00 „	1,4	1,4	1,2	29	64	100

Zusammenfassung.

Nur die Versuche mit der Spaltung des Eiweißabbauproduktes Pepton lassen eine genaue Messung der quellenden bzw. entquellenden Wirkung von Salzen zu. Versuche, die mit genuinem Eiweiß in dieser Richtung angestellt werden, müssen an der Eiweißfällung scheitern.

Die Ergebnisse der ersten beiden Versuchsserien zeigen, daß die Salzwirkung im stark sauren Milieu, wo die Quellung der Kolloide sehr weitgehend ist, am stärksten zum Ausdruck kommt. Unter optimalen Verhältnissen ist der Schutz durch die Salze deshalb am geringsten, weil hier ja bereits der günstigte Quellungszustand vorliegt. Die Annahme, daß Salzlösungen ein durch Säuren oder Laugen stark geschädigtes Ferment durch Entquellung wieder arbeitsfähig machen können, wird durch die vorliegenden Versuche bestätigt.

Schrifttum.

Haarmann u. Folsche: Biochem. Zeitschrift Bd. 283, S. 312, 1936.

Schäfer: Inaug.-Diss. (in Vorbereitung) 1936. Münster.

Weiß: Zeitschrift für physiolog. Chemie 40, 480, 1903—04

Kudo: Biochem. Zeitschr. 15, 473, 1909.

Levites: Zeitschr. f. physiolog. Chemie 48, 187, 1906.

Keeser: Archiv f. experiment. Path. u. Pharmakol. 160, 663, 1931.

Abderhalden und Mitarbeiter: Zeitschr. f. physiolog. Chemie 59, 293, 1909.

Schulz: Inaugural-Diss. 1935 Münster.

Krebs: Inaugural-Diss. 1936 Münster.

Wäsche: Inaugural-Diss. 1935 Münster.

Lebenslauf.

Am 12. November 1912 wurde ich zu Halle i. W. als Sohn des Steinhauermeisters Wilhelm Schmidt geboren. Das Abitur bestand ich Ostern 1932 am Real-Gymnasium in Bielefeld. Unmittelbar danach immatrikulierte ich mich an der Universität in Würzburg, um Zahnmedizin zu studieren. Hier bestand ich am 15. August 1933 die Vorprüfung. Zum Wintersemester 1934/35 begab ich mich an die Wilhelms-Universität zu Münster i. W., wo ich am 4. Dezember 1935 das zahnärztliche Staatsexamen ablegte.